



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Michael Cavalcante Lima**

**MEDIDAS EXPERIMENTAIS DO pH DE  
ALGUNS MATERIAIS DO COTIDIANO CITADOS NOS  
LIVROS DE QUÍMICA DO PNLD 2015**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**Brasília – DF**

**2017/1**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE QUÍMICA**

**Michael Cavalcante Lima**

**MEDIDAS EXPERIMENTAIS DO pH DE  
ALGUNS MATERIAIS DO COTIDIANO CITADOS NOS  
LIVROS DE QUÍMICA DO PNLD 2015**

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

**Orientador: Roberto Ribeiro da Silva**

**2017/1**

## ***AGRADECIMENTOS***

Primeiramente a Deus que me deu condições de ser aprovado no vestibular, pela força e saúde para chegar até aqui. Sem Ele não seria possível que nada disso acontecesse.

Aos meus pais, Raimundo e Sonia e à minha irmã, Raiane, por acreditarem no meu potencial, me dando apoio e amor incondicional. Me apoiaram quando decidi interromper o curso de Química próximo do fim no IFG para recomeçar na Universidade de Brasília. A partir daí foram os principais incentivadores durante todo o meu processo de formação.

A minha namorada Raquel que, com as palavras certas, mesmo a distância, conseguia mudar o meu dia e me dar ânimo para continuar.

Aos meus grandes amigos Daniel Cunha e Vinícius Melo que conheci durante a minha formação e que sem dúvidas foram pessoas que contribuíram muito para que eu chegasse até o final do curso. Jamais esquecerei de suas matrículas e nem das nossas piadas sem graça. Espero que o nosso grupo continue por muito tempo na UnB, se é que me entendem. Não posso esquecer também dos amigos que fiz LPEQ, lugar onde passei maior parte do meu tempo na UnB: Acacia, Aldo e Diogo.

Ao meu orientador Roberto Ribeiro da Silva (Bob), pela paciência, suporte, correções e incentivo. Espero que um dia possa chegar ao menos perto do nível de conhecimento que ele tem.

A Patrícia Fernandes Lootens Machado por ter sido a minha primeira professora na universidade e por ter me dado apoio do início, em laboratório, até o fim, na disciplina de Estágio II. Como pode alguém saber o que pensamos somente pelo olhar? Imaginei que só minha mãe era capaz de realizar esse feito.

E Ao professor Julio Lemos de Macedo que me deu a oportunidade de conhecer um pouco mais sobre catálise, me orientando em um projeto de iniciação científica. Essa oportunidade fez com que eu pensasse em continuar meus estudos nessa área.

## **SUMÁRIO**

|  |    |
|--|----|
| <b>Introdução</b> .....  | 6  |
| <b>1. Os Problemas Relativos ao Ensino de Ciências</b> .....         | 8  |
| 1.1 A crise estabelecida no Ensino de Ciências.....                  | 8  |
| 1.2 Alfabetização Científica: Uma necessidade do mundo moderno ..... | 10 |
| 1.3 Os Problemas na Abordagem Tradicional.....                       | 11 |
| 1.4 Aprendizagem de Conceitos Científicos.....                       | 12 |
| <b>2. O Ensino de Ciências e a Experimentação</b> .....              | 14 |
| 2.1 A história da experimentação no Ensino de Ciências .....         | 14 |
| 2.2 Natureza da Ciência.....   | 15 |
| 2.3 Experimentação: a articulação entre fenômenos e teorias .....    | 16 |
| 2.4 As dificuldades da inserção da experimentação no ensino.....     | 17 |
| 2.5 Experimentação independentemente do espaço físico .....          | 19 |
| 2.5.1 Atividades demonstrativas-investigativas .....                 | 19 |
| 2.5.2 Experimentos investigativos .....                              | 21 |
| 2.5.3 Visitas planejadas a locais específicos .....                  | 22 |
| 2.6 Síntese .....  | 22 |
| <b>3. Teorias ácido-base do século XX</b> .....                      | 23 |
| 3.1 As teorias .....   | 23 |
| <b>4. Metodologia</b> .....  | 27 |
| <b>5. Resultados e Discussões</b> .....                              | 28 |
| 5.1 Análise dos livros didáticos .....                               | 28 |
| 5.2 Preparo da fita de extrato de repolho roxo .....                 | 30 |
| 5.3 Determinação do caráter dos materiais citados nos livros .....   | 32 |
| <b>Considerações Finais</b> .....                                    | 39 |
| <b>Referências</b> .....   | 40 |

## ***RESUMO***

Existem uma série de fatores que mostram a existência de problemas no Ensino de Ciências tanto no Brasil quanto em outros países pelo mundo. A falta de capacitação por parte dos professores faz com que, por falta de uma abordagem diferenciada em sala de aula, a ciência se distancie muito da realidade dos estudantes. Talvez se os professores explorassem um pouco mais as situações que fazem parte da vivência do aluno e os fizessem refletir para buscar compreensão a respeito dos fenômenos que acontecem a sua volta, haveria um certo avanço na redução desses problemas. Muitos acreditam que a experimentação é a solução para os problemas no ensino, porém esse pensamento é equivocado, pois a experimentação por si só não estimula o aprendizado. O simples fato dos alunos se deslocarem da sala de aula para o laboratório para realizar uma atividade experimental não os fará aprender ciência.

Com base nessa discussão, foram realizadas análises em quatro livros didáticos aprovados no PNLD de 2015 a fim de verificar os exemplos de materiais ácidos e básicos citados em cada um, pois muitas vezes não se conhece o pH dos exemplos mais comuns. Foi feita uma proposta de atividade experimental para atestar a veracidade das informações dispostas nos livros. Essa atividade pode muito bem ser utilizada por professores do ensino básico como uma atividade investigativa, despertando o interesse nos alunos em preparar o próprio material de teste e discutir os resultados obtidos comparando com os dados apontados nos livros didáticos.

**Palavras-chaves:** Experimentação no Ensino de Ciências, livros didáticos, PNLD, ácido e base.

## INTRODUÇÃO

O baixo desempenho de alunos em Biologia, Física e Química é bastante preocupante, por esse motivo PEREIRA (2008) afirma que não é difícil perceber que a maior parte das pessoas, mesmo após o término do Ensino Médio, sabem muito pouco sobre essas disciplinas. Uma minoria é capaz de estabelecer um parâmetro para discutir a respeito de algum problema que exija algum conhecimento sobre a matéria, por exemplo. Dessa forma, o Ensino de Ciências não tem cumprido bem o seu papel, que seria fazer com que as pessoas compreendam a realidade que as rodeiam, além de contribuir na formação de cidadãos críticos.

Afirmações desse tipo acabam sendo mais preocupantes quando verificamos que o Brasil obteve, em 2012, o 58º lugar no ranking entre 65 países pesquisados pelo Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA). Segundo o site do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), o Brasil fica atrás de outros países da América do Sul, como o Chile, México e Uruguai.

O PISA, é uma avaliação que tem como objetivo verificar o desempenho de alunos em diversas áreas como leitura, matemática e ciências. É aplicado para estudantes na faixa dos 15 anos, idade que se espera que se pressupõe o término do ensino básico obrigatório na maioria dos países participantes. A Tabela 1 mostra os resultados do Brasil no PISA desde o ano de 2000. Essa avaliação é aplicada a cada três anos e durante as edições sempre ocorrem alterações entre os países participantes.

**Tabela 1.** Comparação dos resultados do Brasil no PISA desde 2000.

|  | PISA 2000 | PISA 2003 | PISA 2006 | PISA 2009 | PISA 2012 |
|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Números de alunos participantes</b> | 4.893     | 4.452     | 9.295     | 20.127    | 18.589    |
| <b>Leitura</b>                         | 369       | 403       | 393       | 412       | 410       |
| <b>Matemática</b>                      | 334       | 356       | 370       | 386       | 391       |
| <b>Ciências</b>                        | 375       | 390       | 390       | 405       | 405       |

Apesar do aumento significativo na quantidade de alunos participantes dessa avaliação no Brasil nos últimos anos, o desempenho na área das Ciências não teve grande avanço, tendo nas aplicações dos anos 2009 e 2012 resultados iguais. Comparando o resultado obtido em Ciências no ano de 2012 com os resultados obtidos por outros países, o Brasil obteve uma nota bem inferior. Dois dos países com os melhores desempenhos, segundo a média dos países e nota em cada área disponível no site do INEP, a Coreia, a Finlândia e o Japão obtiveram nesse mesmo ano notas iguais a 538, 545 e 547, respectivamente.

Além dos dados do PISA existem outros aspectos, que serão abordados no decorrer do trabalho, que nos levam a refletir a respeito da qualidade do Ensino de Ciências em nosso país. Será que o Ensino de Ciências, se implementado de forma correta, pode trazer contribuições aos indivíduos e a sociedade? O que será responsável pela tamanha dificuldade da implementação do Ensino de Ciências? Os tópicos que seguem discutem como os problemas relacionados ao Ensino de Ciências têm sido abordados por pesquisadores da área.

## CAPÍTULO 1 – OS PROBLEMAS RELATIVOS AO ENSINO DE CIÊNCIAS

### 1.1 A CRISE ESTABELECIDADA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Apesar de que alguns países como muitos do continente europeu apresentarem resultados melhores do que o do Brasil em exames internacionais como no PISA, ainda destaca-se o desinteresse dos jovens pelas ciências. Assim Pereira (2008) afirma que esse fato leva a compreensão de que a crise no Ensino de Ciências esteja em níveis mundiais. O desinteresse é fruto da forma com que a ciência está sendo tratada, muitas vezes tão distante do mundo dos alunos que eles não se motivam para se aprofundar em estudos nessa área.

O Ensino de Ciências parece se distanciar enormemente da realidade dos alunos, os professores indicam não terem preparo para trabalhar em uma dimensão que não seja a de formação de cientistas. Os empresários se queixam de pouca oferta de candidatos para assumirem as vagas existentes no mercado de trabalho, preocupam-se assim com a queda na produtividade, necessitam que a máquina da ciência continue funcionando. (PEREIRA, 2008, p.16)

De fato o Ensino de Ciências se distancia da realidade dos alunos devido a maioria dos professores não possuírem capacitação para realizar uma abordagem diferenciada. Não exploram problemas do cotidiano durante as aulas para que a ciência se aproxime da vivência do aluno, fazendo com que essa aproximação proporcione a busca da compreensão outros fenômenos que acontecem a sua volta.

Segundo Pereira (2008), existem algumas questões que apresentam, em síntese, oito aspectos relativos à crise no Ensino de Ciências. Esses aspectos serão apresentados no Quadro 1.

**Quadro 1.** As aspectos relativos à crise no Ensino de Ciências segundo Pereira (2008)

|                         |   |
|-------------------------|---|
| <b>Primeiro Aspecto</b> | <b>Por um lado:</b> Trabalhar quantidades enormes de conteúdo com o objetivo de dar uma visão geral da ciência              |
|                         | <b>Por outro:</b> Trabalhar uma quantidade reduzida de conteúdo, porém de forma mais profunda em temas mais significativos. |



|                         |  |
|-------------------------|--|
| <b>Segundo Aspecto</b>  | <b>Por um lado:</b> Os defensores da forma tradicional de ensino, onde o principal objetivo é a formação de cientistas.  |
|                         | <b>Por outro:</b> Os defensores da alfabetização científica, tratando de temas que se relacionam com as vivências dos alunos.  |
| <b>Terceiro Aspecto</b> | <b>Por um lado:</b> A escola geralmente trabalha com formação individual e dessa forma pretende fazer com que o aluno possa atuar em sociedade.  |
|                         | <b>Por outro:</b> O envolvimento da comunidade escolar no processo de alfabetização científica de maneira coletiva.  |
| <b>Quarto Aspecto</b>   | <b>Por um lado:</b> A aplicação da ciência no cotidiano, onde o foco é explorar conceitos que o aluno possa relacionar com o seu dia-a-dia.  |
|                         | <b>Por outro:</b> A formação de cientistas, onde o foco são problemas ligados as práticas de laboratório e atividades de pesquisa.   |
| <b>Quinto Aspecto</b>   | <b>Por um lado:</b> Os que acreditam que em suas aulas o assunto deve estar voltado somente ao conteúdo discutido.   |
|                         | <b>Por outro lado:</b> Os que acreditam que, além disso, é necessário ter diálogo com os alunos a respeito da sua percepção sobre ciência.   |
| <b>Sexto Aspecto</b>    | <b>Por um lado:</b> Os que acreditam que seja possível ensinar as competências que possibilitem os alunos atuarem em seu meio social.  |
|                         | <b>Por outro:</b> Os que não acreditam nessa possibilidade.  |
| <b>Sétimo Aspecto</b>   | <b>Por um lado:</b> Professores que utilizam os experimentos como uma ferramenta para comprovar teorias.   |
|                         | <b>Por outro:</b> Os que buscam uma forma mais abrangente, indicando que a ciência trabalha com modelos com o propósito de explicar a realidade.   |
| <b>Oitavo Aspecto</b>   | <b>Por um lado:</b> Professores que acreditam que a tecnologia é resultado da aplicação da ciência e que o simples fato de ensiná-la fará com que os alunos compreendam suas aplicações. |
|                         | <b>Por outro:</b> Os que levam em conta os aspectos sociais e culturais que se relacionam ao desenvolvimento tecnológico.  |

A problemática que se relaciona com a crise que tem sido observada no Ensino de Ciências é muito ampla. Não é tão simples superar os impasses. É preciso que haja uma mudança de visão sobre o que é ciência, como são construídos os seus conceitos e o seu papel na sociedade. Os jovens não estão sendo ajudados a compreender o mundo em que vivem pela forma com que a ciência vem sendo ensinada. O distanciamento dos conteúdos com a realidade das pessoas tem causado desmotivação tanto no estudo de ciências quanto no ingresso em carreiras em áreas de pesquisa, além de não contribuir para a formação de cidadãos capacitados para atuar na sociedade.

## **1.2 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA: UMA NECESSIDADE DO MUNDO MODERNO**

Tendo em vista os problemas relacionados ao Ensino de Ciências, geralmente voltado para a formação de cientistas, na década de 70 surgiram os currículos CTS. Esses currículos tinham como objetivo fazer inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade e como proposta formar cidadãos que pudessem atuar na sociedade de maneira mais crítica.

No entanto, a transmissão de conteúdos, na abordagem tradicional, ocorre na maioria das vezes sem ser relacionada com o mundo dos alunos. Dessa forma os professores não estão considerando os objetivos mais amplos da educação. Um desses objetivos seria dar condições ao aluno para que ele possa compreender a sociedade, tendo como consequência a formação de um cidadão de verdade.

Muitas vezes é necessário lidar com fatos que se ligam aos saberes científicos. Nesses casos a tomada de decisão requer o mínimo de formação científica para que o problema possa ser compreendido. Associado a isso, Pereira (2008) aponta a importância da alfabetização científica:

A alfabetização científica constitui-se como uma necessidade do mundo moderno. Decisões relativas ao desenvolvimento científico e tecnológico devem envolver a participação da sociedade. Para isso é importante que os cidadãos estejam devidamente preparados, podendo compreender o alcance e as consequências de suas decisões. Para isso é fundamental que o Ensino de Ciências agregue aos conceitos próprios da ciência dimensões outras, externas ao desenvolvimento da própria ciência. (PEREIRA, 2008, p.21/22)

Apesar do envolvimento de fatores que levem a formação para a cidadania nas aulas de ciências serem muito importantes, isso não deve ser motivo para deixar

em segundo plano os conteúdos específicos das disciplinas. A partir desse pensamento, serão abordados aspectos da relação entre a epistemologia e Ensino de Ciências para que seja discutido posteriormente o processo de ensino dos conceitos científicos.

### **1.3 OS PROBLEMAS DA ABORDAGEM TRADICIONAL**

Segundo Pereira (2008), a abordagem tradicional é desenvolvida com uma tendência de dar mais importância as palavras do que as idéias. Se o processo de ensino-aprendizagem for visto da forma no qual o professor fala, os alunos escutam e aprendem, pode trazer alguns problemas no ensino, inclusive no Ensino de Ciências. Um desses problemas é que a abordagem tradicional acaba levando o aluno a entender que a ciência e seus conhecimentos são verdades incontestáveis. Outro problema específico do Ensino de Ciências, é que os alunos não são levados a entender que a ciência trabalha com modelos, e que estes se relacionam com os fenômenos e suas representações.

A fim de superar muitas dessas adversidades, é preciso ter clareza a respeito de como a ciência é construída e de como pode ser diferenciada dos saberes de senso comum.

O conhecimento de senso comum representa o conhecimento do mundo na cultura do dia-a-dia, vem da tentativa de entender como as coisas que acontecem, e de buscar explicações para diversos fenômenos a partir de investigações pessoais. Apesar de ser uma forma válida de pensamento, não possui regras explícitas.

O conhecimento científico, ao contrário do senso comum, não é restrito somente a primeira impressão dos fatos. Na tentativa de explicar fenômenos, são formuladas teorias que podem ser reconhecidas a partir de evidências. Uma das características do conhecimento científico é a generalização, pois só existe valor científico em uma explicação se essa puder ser aplicada em casos semelhantes. “Compreender o conhecimento científico significa, portanto, ser socializado nesta forma de compreender os fenômenos. Significa adquirir ferramentas que permitem olhar o mundo com outros olhos, ao invés de consumir verdades.” (PEREIRA, 2008, p.27)

A forma tradicional com que o Ensino de Ciências vem sido abordado, faz com que o aluno tenha a impressão de que o mundo em que vive é diferente do

mundo do qual se fala nas aulas, causando além da desmotivação, a falta de compreensão dos fenômenos em sua volta. É importante considerar todos os pontos discutidos até o momento a fim de que fique claro que não existe dois mundos, mas sim formas diferentes de enxergar os mesmos acontecimentos.

#### **1.4 APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS**

Em relação as formas dos indivíduos adquirirem conhecimento, atualmente é muito comum verificar que alguns professores possuem posições que se aproximam do inatismo e outros com posições mais próximas do empirismo. Os que acreditam no inatismo entendem que os alunos adquirem conhecimento por uma capacidade própria, ou seja, o aprendizado de cada indivíduo independe da natureza conteúdo, mas sim na capacidade de aprender. Já os professores que acreditam no empirismo entendem que o aprendizado está relacionado com as experiências vividas por cada um, ou seja, quanto mais experiências o indivíduo tiver, maior será a sua compreensão da realidade.

De acordo com Pereira (2008), o Movimento das Concepções Alternativas (MCA) contribuiu bastante para a área de Ensino de ciências. O MCA fundamenta-se nos preceitos do construtivismo piagetiano e busca dar uma maior atenção as ideias que os estudantes apresentam sobre o conhecimento científico, fazendo com que as pesquisas sobre estruturas lógicas mais gerais fiquem em segundo plano.

O objetivo central do projeto de desenvolvimento de um currículo tendo em vista o construtivismo, segundo o MCA, implicava no desenvolvimento, na implementação e na avaliação de materiais e estratégias a fim de promover uma mudança conceitual. Esta perspectiva seria orientada pelos princípios a seguir: os indivíduos possuem propósitos; através da interação social que se constrói o conhecimento; a construção de significados vêm da influência dos conhecimentos individuais; a construção de significados é um processo ativo; entender não é o mesmo que acreditar; é necessário que exista trocas conceituais no Ensino de Ciências.

O modelo proposto para um currículo com uma abordagem construtivista possui grande diferença do modelo tradicional, pois consiste na ideia de que o aluno possa construir o seu conhecimento a partir de programa de atividades. Nesse caso

o professor passa a valorizar o que o aluno consegue trazer para a escola e, a partir de problematizações, faz com que o aluno perceba aspectos mais específicos.

Apesar de ter contribuído significativamente com suas ideias, o MCA rapidamente se estagnou. As concepções prévias dos alunos são difíceis de serem superadas, dificultando interpretações de senso comum e não conseguindo ter uma assimilação dos conceitos científicos.

Foram apresentadas vários aspectos que levam a compreensão de que existem muitos problemas inerentes ao Ensino de Ciências. Dessa forma fica claro que é preciso haver uma mudança de perspectiva. O ensino não deve ser visto como transmissão de conteúdos.

Algumas das dificuldades podem ser observadas em uma discussão que associe a História da Ciência com a Experimentação. No capítulo que segue será abordado argumentos que fundamentam estas abordagens.

## **CAPÍTULO 2 – O ENSINO DE CIÊNCIAS E A EXPERIMENTAÇÃO**

### **2.1 A HISTÓRIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

De acordo com Silva, Machado e Tunes (2013), os Filósofos já reconheciam a experimentação no Ensino de Ciências desde o século XVIII, mas essa prática como estratégia de ensino, só se tornou realmente significativa nas escolas depois de muito tempo. No século XIV, os portugueses trouxeram ao Brasil, por necessidade do contexto socioeconômico, o trabalho de laboratório e ainda nesse mesmo século a experimentação no ensino teve uma abordagem mais utilitária, fazendo com que os conhecimentos teóricos fossem aproveitados em atividades como a obtenção de alguns metais a partir de seus minérios.

No início do século XX, todas as instituições de ensino foram orientadas para que possuísem laboratórios que pudessem ser utilizados nas aulas de Ciências, a fim de relacionar as experiências vivenciadas pelo estudante com a sua reflexão a respeito do experimento realizado. O objetivo inicial seria fazer com que os métodos tradicionais criticados por John Dewey, que insistia na necessidade de estreitar a relação entre teoria e prática, fossem substituídos por uma metodologia onde o aluno fizesse parte da construção do conhecimento com a inclusão de atividades experimentais.

As tentativas de mudanças no ensino voltaram a aparecer a partir do ano de 1946. A partir dessas tentativas, houve a criação do Ibec (Instituto Brasileiro de Educação, Cultura e Ciências), que tinha como objetivo produzir materiais americanos e também de elaborar materiais para o Ensino de Ciências, da Funbec (Fundação Brasileira para o Desenvolvimento de Ensino de Ciências), responsável pela comercialização dos materiais e do Premen (Programa de Expansão e Melhoria do Ensino), que tinha como principais objetivos o aperfeiçoamento do corpo docente das escolas e a produção de novos materiais.

Projetos visando a melhoria do Ensino de Ciências nos Estados Unidos acabaram influenciando a produção de materiais para o Ensino de Ciências no Brasil. Esses projetos começaram a ser desenvolvidos em âmbito mundial na

década de 50. Nesse caso o professor possuía o papel de mediador, contribuindo para a autonomia perante o conhecimento, fazendo com que os alunos pudessem se tornar cidadãos críticos. Entre os anos de 1960 e 1970 foram criados centros de Ciências em alguns estados do Brasil, como o Cesisp (SP), Cerirs (RS), Cecimg (MG), Cecine (Região Nordeste). Em cada um o MEC organizava atividades para a melhoria no Ensino de Ciências, como o desenvolvimento de novos projetos nos currículos escolares.

Programas institucionais como o PNLEM, PIBID e cursos de especialização para professores da rede pública não possuem foco na experimentação, mas de certa forma buscam melhorar aspectos no ensino. De modo geral, pesquisadores da área buscam contribuir para a melhoria no Ensino de Ciências. Os estudos desenvolvidos por eles levam a percepção de que existe uma relação entre a natureza da ciência e o papel da experimentação. Essa relação será discutida no próximo tópico.

## **2.2 NATUREZA DA CIÊNCIA**

A observação macroscópica de um fenômeno faz com que professores e alunos procurem explicar o ocorrido por meio do que conhecem. Apesar dos procedimentos de investigação serem muitas vezes semelhantes, esses não se dão somente por um único método, vários caminhos podem ser traçados em um processo de investigação. As formas de ver e de explicar determinados fenômenos podem receber contribuições das experiências individuais de cada um, ainda assim os procedimentos para a realização do experimento, a observação e as comparações com a teoria já existente fazem parte do processo.

O conhecimento científico é um conjunto de ideias elaboradas na tentativa de explicar fenômenos naturais e de laboratório. Essa explicação é feita pela formulação de conceitos denominados científicos. Os conceitos científicos são construções abstratas da realidade, não sendo, no entanto, a própria realidade. Consequentemente, o significado de um conceito científico pode modificar-se ao longo da História. (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 235.)

Por esse motivo, as explicações que a Ciência formula para explicar um fenômeno são verdades momentâneas, podendo ser substituídas por uma nova teoria que explique melhor o acontecimento a qualquer momento. Um exemplo disso

é a evolução do conceito de átomo dado por Dalton no início do século XIX que teve se ser aprimorado para a compreensão da natureza elétrica da matéria.

As teorias foram criadas ao longo da história para explicarem os fenômenos observados. Essas teorias devem possuir duas características principais. A primeira é a capacidade de generalização e a outra é a capacidade de prever novos fenômenos.

No que diz respeito à capacidade de precisão de uma teoria, consideremos, por exemplo um experimento muito utilizado no início do estudo sobre Cinética Química, no qual utiliza-se um comprimido efervescente, água e uma solução de ácido acético (vinagre comercial). Suponha que em um béquer foram adicionados 30mL de água, 10mL de vinagre, um comprimido efervescente e observou-se a rapidez com que a reação ocorre. A teoria existente explica que, em termos de concentração, a rapidez com que a reação de efervescência acontece depende da quantidade de vinagre na água. Se a teoria existente for adequada para explicar tal fenômeno, então, se no próximo béquer fossem adicionados 30mL de água e 20mL de vinagre, mesmo sem realizar novamente o experimento seria possível inferir que a rapidez da reação iria aumentar.

Como discutido anteriormente, as experiências individuais contribuem com diferentes olhares para explicar um mesmo fenômeno, a partir disso cabe a seguinte reflexão: qual é o papel da atividade experimental no Ensino de Ciências?

### **2.3 EXPERIMENTAÇÃO: A ARTICULAÇÃO ENTRE FENÔMENOS E TEORIAS**

A articulação entre fenômenos e teorias é dada pela experimentação, dessa forma cria-se uma relação constante entre o fazer e o pensar. Ao realizar uma atividade experimental e ao observarem os fenômenos, os alunos são, geralmente, solicitados a explicá-los. Ao tentar explicar o que viram, com base em uma teoria, fazem uma relação fenômeno-teoria. É necessário ter bastante cuidado em relação a esse tipo de atividade, visto que o experimento não comprova uma teoria. Ao utilizar-se uma teoria para explicar um fenômeno não se comprova sua veracidade, somente é verificado a sua capacidade de generalização. Por exemplo, ao realizar o teste da chama e formular a explicação citando o conceito de excitação eletrônica e o modelo atômico de Bohr, não se prova que essa teoria está correta, mas se testa



sua generalidade, visto que o conceito de elétron foi introduzido para explicar a questão da capacidade de gases conduzirem corrente elétrica nos tubos de raios catódicos, no século XIX.

A convicção de que o experimento comprova a teoria pode causar nos estudantes a ideia de que as teorias foram formuladas por mentes brilhantes. Com esse pensamento, a teoria passa a possuir maior relevância e o fenômeno passa a ser somente uma demonstração de uma verdade oculta na natureza.

A Experimentação no Ensino de Ciências já existe a muito tempo, dessa forma espera-se que esta atividade funcione muito bem, mas não é isso que é observado, pois muitas vezes os professores não compreendem o papel real da experimentação. Não é difícil ouvir de professores que as atividades experimentais tem como objetivo fazer com que o aluno aprenda com mais facilidade, concretizando as informações teóricas estudadas anteriormente. Muitas vezes os professores pensam que a atividade experimental tem como função melhorar a aprendizagem dos alunos, porém é necessário refletir se o emprego de experimentos realmente tem essa função.

A transformação de um experimento com caráter comprobatório em um experimento investigativo não se trata de uma tarefa fácil, principalmente pelos problemas encontrados para a realização desse tipo de atividade. Algumas dessas dificuldades apontadas pelos professores do Ensino de Ciências serão discutidas no próximo tópico.

## **2.4 AS DIFICULDADES DA INSERÇÃO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO**

A ausência da experimentação no Ensino de Ciências sem dúvidas é um problema que tem relação direta com sua qualidade. A falta de atividades experimentais é baseada em crenças apresentadas no meio educacional, como a falta de laboratório nas escolas, falta de materiais, falta de um responsável para a organização do laboratório antes e após as aulas, espaço inadequado, escassez de tempo e a falta de roteiros para contemplar de forma clara a relação fenômeno-teoria. Por outro lado, existem convicções que somente a realização da atividade experimental é capaz de promover uma aprendizagem maior por parte do estudante, mas será que esse tipo de pensamento pode ser verdadeiro? Segundo Silva,

Machado e Tunes (2013), quatro das convicções mais comuns são as citadas a seguir.

A primeira é que a atividade experimental é sempre motivadora. Estudos dizem que atividades que seguem roteiros pré-formatados acaba transformando a motivação inicial do aluno em desinteresse.

A segunda convicção é pensar que a aprendizagem é plena por meio das práticas experimentais. Quando o foco da experimentação é somente na observação macroscópica, sem abordar os aspectos microscópicos, essa se torna pouco efetiva. Com isso faz com que, por parte do aluno, o experimento esteja fora da sua zona de interesse, não merecendo assim a sua atenção.

A terceira é que a realização de experimentos impactantes resulta em maior interesse em aprender. Experimentos que causam explosões, liberação de gases coloridos e/ou cheiros característicos causam um efeito surpreendentes nos estudantes, porém esse fato acaba reduzindo o interesse deles pela aprendizagem dos aspectos microscópicos relacionados aos fenômenos.

Por fim, existe a convicção de que os alunos gostam muito de ir ao laboratório ou de realizar experimentos. Estudos dizem que o interesse dos alunos em ir ao laboratório ou realizar qualquer atividade experimental está relacionado com a movimentação que podem ter, saindo do ambiente rígido de sala de aula e com isso proporcionando uma maior interação social entre eles.

Métodos dinâmicos nas aulas experimentais estimulam o aprendizado. Essa convicção é observada pela falta da compreensão a respeito do papel da experimentação no Ensino de Ciências. Essa falta de clareza leva a disvinculação entre fenômeno-teoria, pois classificam, de forma equivocada, atividades experimentais como atividades práticas e as desenvolvidas em sala como atividades teóricas.

Muitos professores de Ciências utilizam como argumento o fato de não ter laboratório para não realizarem experimentos com seus alunos. Para que possa ser possível trabalhar na ausência de um ambiente específico para realização de experimentos no Ensino de Ciências é preciso que ocorra a modificação do que se entende por laboratório, a fim de ampliar o conceito de atividades experimentais. A seguir serão discutidas alternativas que existem para que a experimentação ocorra independentemente do espaço físico.

## **2.5 EXPERIMENTAÇÃO INDEPENDENTEMENTE DO ESPAÇO FÍSICO**

O que é considerado importante na experimentação é o envolvimento e o comprometimento com a busca de respostas para as questões colocadas nas atividades e não a manipulação de objetos e artefatos concretos. Com isso, a associação entre experimentação e laboratório é desfeita, isto é, a convicção de que só seria possível realizar um experimento se houvesse laboratório passa a não ser considerada. Dessa forma entende-se que é possível realizar atividades experimentais mesmo na ausência de um laboratório.

Essas atividades podem ser realizadas na própria sala de aula, no laboratório, no jardim da escola, na horta e em outros espaços existentes no seu entorno. Existe uma diversidade de espaços onde atividades experimentais podem ser realizadas. Essas práticas têm grande chance de serem significativas, pois os ambientes citados fazem parte da vivência cotidiana dos estudantes.

Para que a relação fenômeno-teoria seja trabalhada e conduzida adequadamente é necessário que o professor entenda e tenha clareza a respeito do papel da experimentação no Ensino de Ciências. O próximo tópico discutirá sobre algumas sugestões de atividades experimentais buscando sempre pensar o processo de ensino e de aprendizagem e a relação fenômeno-teoria como processos indissociáveis.

### **2.5.1 ATIVIDADES DEMONSTRATIVO-INVESTIGATIVAS**

Atividades nas quais o professor pode incluir durante a realização das aulas apresentando fenômenos simples que podem ser relacionados com alguma teoria podem ser entendidas como atividades demonstrativo-investigativas. Recomenda-se que atividades desse tipo sejam realizadas na perspectiva de experiências abertas, ou seja, aquelas em que os fenômenos são observados e os alunos, sob orientação do professor, fazem a relação fenômeno-teoria. Nesse caso não existe a necessidade de alcançar resultados quantitativos já tabelados, sendo assim professor pode trabalhar muito mais com formulação de questões geradoras de conflitos cognitivos, promovendo uma maior compreensão do que foi observado.

As atividades experimentais demonstrativas-investigativas podem possibilitar: maior participação e interação dos alunos entre si e com os professores em sala; melhor compreensão por parte dos alunos da relação teoria-experimento; o levantamento de concepções prévias dos alunos; a formulação de questões que gerem conflitos cognitivos em sala de aula a partir das concepções prévias; o desenvolvimento de habilidades cognitivas por meio da formulação e teste de hipóteses; a valorização de um ensino por investigação; a aprendizagem de valores e atitudes além dos conteúdos, entre outros. (SILVA; MACHADO; TUNES, 2010, p. 247)

É importante que nesse tipo de atividade o professor escolha por experimentos que não gerem resíduos, porém quando isso não for possível, que os resíduos possam ser descartados na pia ou no lixo comum. No planejamento do experimento deve se pensar que sempre que quantidade de reagente utilizada deve a mínima possível.

A fim de alcançar melhores resultados no processo de ensino-aprendizagem ao conduzir um experimento demonstrativo-investigativo, é necessário iniciá-lo formulando uma pergunta que desperte o interesse dos alunos.

O próximo passo é o professor trabalhar com os três níveis do conhecimento químico: observação macroscópica, interpretação microscópica e a expressão representacional. A observação macroscópica descreve o que é visto durante a realização do experimento. Na interpretação microscópica é necessário recorrer a teorias existentes que consigam explicar o fenômeno. Já na expressão representacional recomenda-se a utilização de fórmulas, equações, modelos e gráficos para representar o fenômeno.

No decorrer do experimento, durante a observação macroscópica feita pelos alunos, o professor pode pedir a eles que formulem possíveis explicações para o que está sendo observado. Surgirão várias hipóteses e com isso identifica-se as concepções prévias dos estudantes. O professor pode, após esse momento, introduzir a interpretação microscópica sem esquecer do conhecimento prévio dos alunos. Com o propósito da reformulação das ideias prévias dos alunos, o professor poderá, em forma de diálogo, criar questões que desafie-os, possibilitando o exercício das habilidades de argumentação deles.

Somente após o esclarecimento das dúvidas dos alunos sobre os fenômenos e os conceitos teóricos que os explicam é que recomenda-se introduzir a expressão representacional, sintetizando o que foi observado e explicado. Por fim é preciso

responder a pergunta feita inicialmente e incluir a interface ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA) relacionada ao experimento realizado.

A avaliação de aprendizagem pode ser feita a partir de questões que supere o que foi aprendido para que os alunos utilizem o que foi visto para explicar situações semelhantes, generalizando o aprendizado.

### **2.5.2 EXPERIMENTOS INVESTIGATIVOS**

As atividades que envolvem experimentos investigativos, de modo geral, necessitam que a escola possua um laboratório. Essas atividades buscam solucionar uma questão que será respondida a partir da realização de um ou mais experimentos.

A primeira etapa é a pergunta, que se relaciona com a apresentação do problema, a fim de provocar a curiosidade dos estudantes. Após a proposição do problema, o professor deverá estimular aos alunos que levantem hipóteses com o objetivo de solucioná-lo. A partir dessas hipóteses, o professor deverá analisá-las e discutí-las, privilegiando as que podem ser realizadas com base na disponibilidade de materiais no laboratório. Logo após a discussão das ideias propostas pelos alunos, o professor deve pedir a eles que pensem em como elaborar um plano de ação, tendo em vista a montagem dos experimentos que serão realizados para testar as hipóteses levantadas.

A etapa da experimentação do que foi planejado merece muita atenção por parte do professor, já que nessa etapa não se limita somente ao manuseio de vidrarias ou orientações de roteiros. Se caso mais de uma hipótese tiver que ser testada por diferentes grupos de estudantes, o professor deve acompanhar cada um com o objetivo de estimular e orientar seus trabalhos. Lembrando que, nessa etapa, os alunos devem estar cientes que é de extrema importância a coleta de dados, para que possam ser analisados após os experimentos. Os alunos devem ser orientados para que os dados sejam organizados em tabelas e/ou gráficos.

A última etapa se refere a resolução da pergunta inicial. Nessa etapa deve-se propor que os alunos, ao analisar os dados e a validação ou não das hipóteses levantadas inicialmente, respondam o problema que levou a realização dos experimentos.

### **2.5.3 VISITAS PLANEJADAS A LOCAIS ESPECÍFICOS**

Visitas a empresas como empresas de alimentos e metalúrgicas ou a instituições como museus, farmácias e estações de tratamento de água também podem ser consideradas como atividades experimentais com um valor pedagógico bastante significativo. Esse tipo de visita permite o levantamento da aplicação do conhecimento, proporcionando o aprofundamento do conteúdo químico e o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos.

O planejamento na atividade experimental é indispensável, pois muitas vezes considera-se as visitas como um simples passeio para ver algo novo. Com o planejamento anterior é possível orientar as atividades dos alunos durante a visita, fazendo com que o resultado seja bastante proveitoso.

## **2.6 SÍNTESE**

Vários pontos relevantes relacionados a experimentação no Ensino de Ciência foram abordados nesse capítulo. O que se entende por laboratório foi um ponto muito importante, pois não é só nesse ambiente que se pode realizar atividades experimentais. O conceito desse tipo de atividade é muito mais amplo do que se imagina.

Como o objetivo do trabalho é investigar a veracidade do caráter ácido ou básico dos materiais citados nos livros aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) do ano de 2015, serão apresentadas no capítulo a seguir as principais teorias ácido-base do século XX.

## **CAPÍTULO 3 – TEORIAS ÁCIDO-BASE DO SÉCULO XX**

Para que haja a compreensão de como os conhecimentos científicos são construídos faz-se necessário conhecer um pouco sobre a história da ciência e do desenvolvimento de suas teorias. No decorrer desse capítulo serão discutidos aspectos que levaram ao avanço das teorias ácido-base no século XX. Esse tema faz parte do conteúdo em livros didáticos do ensino médio e historicamente é bastante simples, pois suas teorias se deram de maneira praticamente linear ao longo dos anos, por isso permite mostrar quando que uma teoria ácido-base deu espaço a outra e fazer correlações com outras áreas da química.

O comportamento de substâncias ácidas e substâncias básicas são conhecidas desde a antiguidade, tanto é que já se utilizava indicadores em titulações no século XVIII. As teorias que buscavam explicações para o comportamento dessas substâncias também são antigas, mas nesse capítulo serão discutidas somente as do século XX. De acordo com Chagas (1999), as principais, em ordem de surgimento, são as: de Arrhenius (1887), dos sistemas solventes (1905), protônica (1923), eletrônica (1923), de Lux (1939), de Usanovich (1939) e inotrópica). Serão discutidas também as críticas de Werner às teorias ácido-base.

### **3.1 AS TEORIAS**

Em 1887, Svante Arrhenius propôs que toda substância que em meio aquoso produz íons  $H^+$  seria chamada de ácido e aquela que produz  $OH^-$  seria chamada de base. Segundo Arrhenius, uma reação de neutralização seria a reação entre esses dois íons com a formação de água. Essa teoria teve uma enorme importância, pois foi capaz de explicar uma quantidade significativa de fenômenos já conhecidos na época, além de motivar o desenvolvimento de várias outras linhas de pesquisa.

Apesar dessa teoria ter sido muito importante para a evolução científica na época, não era possível abrangê-la a outros solventes, pois se mostrava restrita à

água. Também não havia possibilidade de aplicá-la em sistemas sólidos, por exemplo.

Alfred Werner foi o precursor da química de coordenação e fez várias críticas às teorias ácido-base entre os anos de 1895 e 1911. Essas críticas eram direcionadas às teorias do século XIX que ainda estavam em uso e à teoria de Arrhenius. Segundo ele, a neutralização não era uma reação de adição, mas uma reação de transferência com formação de espécies coordenadas.

Em 1905, Edward Curtis Franklin deu início a generalização da teoria de Arrhenius, que era restrita à água, a outros solventes como a amônia. A teoria dos sistemas solventes de Franklin considera que todo solvente pode sofrer uma auto-ionização, ou seja, suas moléculas reagem entre si gerando um cátion (ácido) e uma base (ânion).

Tudo que faz com que a concentração do cátion característico do solvente aumente é chamado de ácido. Toda espécie que aumenta a concentração do ânion característico é chamada de base. A formação do solvente a partir da reação desses cátions e ânions característicos é chamada de neutralização.

Em 1923, os pesquisadores Gilbert Lewis, Thomas Lowry e Johannes Brønsted proporam a teoria protônica, na qual um ácido é um doador de prótons e base um receptor de prótons. A fim de diferenciar essa teoria da teoria de Arrhenius, utilizou-se o termo próton, que seria o mesmo que um íon  $H^+$  ou um núcleo do hidrogênio. A transferência de prótons entre as espécies ácidas e básicas é chamada de neutralização.

Hermann Lux, em 1939, propôs uma teoria semelhante à teoria protônica. Na teoria de Lux, a diferença era que a espécie transferida não se tratava do próton, mas sim do ânion óxido ( $O^{2-}$ ). Nesse caso o ácido é um receptor de  $O^{2-}$  e a base um doador. Essa teoria se mostrou muito útil para certos tipos de reações, como as que envolvem líquidos iônicos. Reações desse tipo acontecem na fabricação de cerâmicas e em sistemas geoquímicos, por exemplo.

Gilbert Lewis buscava explicar as ligações químicas, por isso formulou a teoria do par eletrônico. Em consequência disso, propôs uma teoria ácido base no ano de 1923 juntamente com a teoria protônica. Segundo a teoria de Lewis, toda espécie química capaz de receber um par de elétrons é chamada de ácido e toda espécie capaz de doar esse par de elétrons é chamada de base.



Reações que envolviam espécies doadoras e receptoras de pares de elétrons não eram chamadas de reações ácido-base, pois não haviam sido englobadas pelas teorias anteriores, porém com a teoria eletrônica propostas por Lewis passaram a ser consideradas.

A fim de englobar todas as teorias ácido-base existentes, Mikhail Usanovich em 1939 apresentou uma nova teoria. Ele definia um ácido como uma espécie que reage com uma base para formar sais, doando cátions ou aceitando ânions ou elétrons e base como a espécie que reage com um ácido formando sais, doando ânions ou elétrons ou fazendo uma combinação com cátions.

Foi proposta em 1954 pelos pesquisadores Ingvar Lindqvist e Viktor Gutmann. Essa teoria é uma generalização de outras três: da protônica, dos sistemas solventes e de Lux.

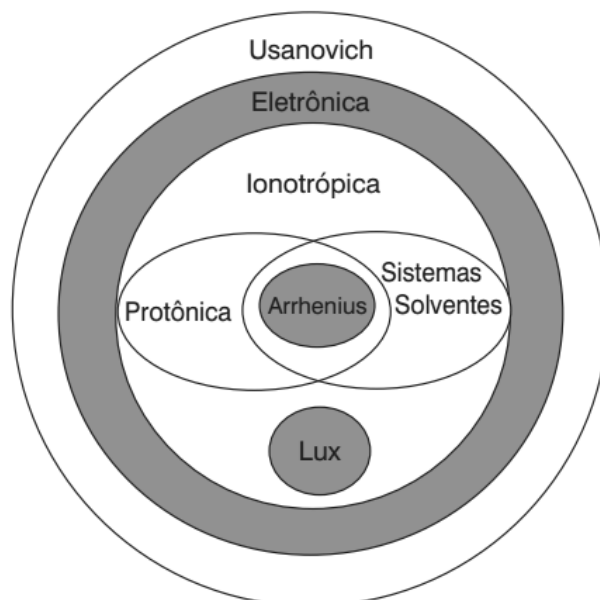
A reação de uma base com um cátion característico leva a formação de um ácido e a reação de um ácido com um ânion característico leva a formação de uma base. Apesar da generalização dessa teoria, não gerou novas linhas de pesquisa, porém Lindqvist e Gutmann contribuíram no desenvolvimento posterior da teoria eletrônica.

A Tabela 2 faz um resumo das teorias ácido-base apresentadas anteriormente. Nesse trabalho será utilizada os conceitos apresentados na teoria de Arrhenius considerando uma espécie ácida quando produz o íon  $H^+$  em solução aquosa e uma base quando produz o íon  $OH^-$ .

**Tabela 2.** Conceitos de ácido e de base para cada teoria apresentada

| <b>Teoria</b>             | <b>Ácido</b>  | <b>Base</b>  |
|---------------------------|---|--|
| <b>Arrhenius</b>          | Em meio aquoso produz $H^+$   | Em meio aquoso produz $OH^-$   |
| <b>Sistemas Solventes</b> | Aumenta a concentração do cátion característico do solvente                     | Aumenta a concentração do ânion característico do solvente                                 |
| <b>Protônica</b>          | Doador de prótons   | Receptor de prótons  |
| <b>Lux</b>                | Receptor do ânion óxido   | Doador do ânion óxido  |
| <b>Eletrônica</b>         | Recebe um par de elétrons   | Doa um par de elétrons   |
| <b>Usanovich</b>          | Reage com base para formar sais, doando cátions ou aceitando ânions ou elétrons | Reage ácido formando sais, doando ânions ou elétrons ou fazendo uma combinação com cátions |
| <b>Ionotrópica</b>        | Produto da reação de uma base com um cátion característico                      | Produto da reação de um ácido com um ânion característico                                  |

As teorias foram surgindo com uma necessidade de explicar fenômenos que a anterior não era capaz de explicar. Um fato interessante é que as mais atuais foram surgindo como uma generalização da precedente, porém sem se contrapor frontalmente. A Figura 1 mostra as relações conceituais entre as teorias apresentadas.



**Figura 1.** Diagrama de Veen: Relações entre as teorias apresentadas

Segundo Chagas (1999), para uma teoria ser considerada boa deve gerar pesquisas, propor problemas e fazer previsões dando um embasamento mais forte à teoria. Todas as teorias que foram apresentadas são boas tendo em vista a explicação de determinados fenômenos. Em excessão as teorias de Usanovich e a inotrópica, todas as outras geraram novas linhas de pesquisa, além de terem sido práticas e funcionais na época em que foram propostas.

## CAPÍTULO 4 – METODOLOGIA

Muitos livros apresentam como exemplos de materiais básicos a banana verde e o caju, porém dificilmente trazem os valores de pH dessas frutas. A fim de verificar essas informações, decidiu-se analisar os livros de Química aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) do ano de 2015.

Foram analisados quatro livros, que serão chamados de Livro 1, Livro 2, Livro 3 e Livro 4. A Tabela 3 mostra o título, volume, capítulo e os autores dos livros didáticos. A seguir será discutido a forma com que os exemplos de materiais ácidos ou básicos foram abordados nos livros analisados. Também foi verificado se os os exemplos dados pelos autores seriam diferentes ou se estes giravam sempre em torno dos mesmos.

**Tabela 3.** Dados dos livros analisados

| Livro | Título                                   | Título do Capítulo   | Autores  |
|-------|--|--|--|
| 1     | <b>Química Cidadã Vol. 2</b>             | Substâncias Inorgânicas  | Wildson Luiz Pereira dos Santos e Gerson de Souza Mól  |
| 2     | <b>Química Vol. 2</b>                    | Uma introdução ao estudo do equilíbrio químico                     | Andréa Orta Machado e Eduardo Fleury Mortimer  |
| 3     | <b>Ser Protagonista - Química Vol. 1</b> | Ácidos e Bases   | Aline Thaís Bruni, Ana Luiza Petillo Nery, Rodrigo Marchiori Liegel e Vera Lúcia Mitiko Aoki |
| 4     | <b>Química Vol. 1 e Vol. 2</b>           | Vol.1:Compostos Inorgânicos e Vol. 2: Produto iônico da água e Kps | Martha Reis Marques da Fonseca   |

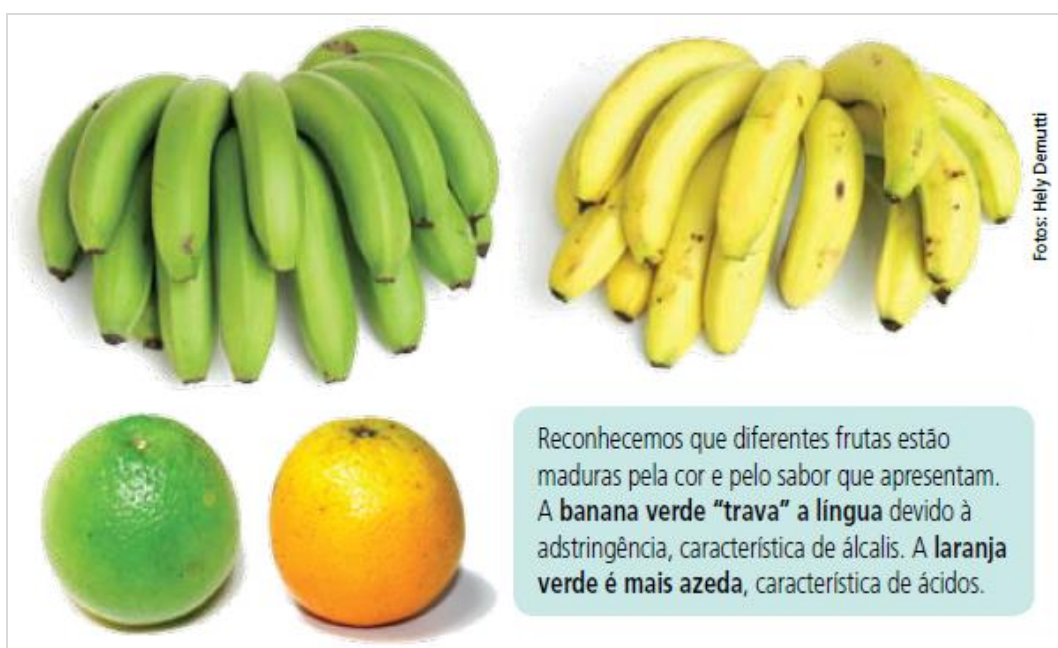
A seguir serão discutidos os resultados obtidos a partir da análise dos quatro livros didáticos e dos testes experimentais.

## CAPÍTULO 5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

No início do tópico a respeito de Ácidos e Bases, os autores do Livro 1 trazem exemplos de frutas que possuem substâncias sensíveis a variação da acidez do meio. Abordam também a diferença na coloração dessas frutas a partir do momento que elas se tornam maduras.

As frutas das imagens apresentadas nesse livro são a banana e a laranja. A respeito da banana verde, mencionam que o gosto adstringente tem relação com as características de bases. Fazem menção também a diferença entre o gosto mais azedo da laranja verde em relação ao da laranja madura, dizendo que esse gosto é característica de ácidos. A Figura 2 mostra uma parte da discussão para estes exemplos.



**Figura 2.** Recorte de alguns dos exemplos citados no Livro 1 (pág. 298)

O vinagre e o ácido muriático foram citados como exemplos de materiais com características ácidas. Como materiais com características básicas foram citados o sabão, leite de magnésia e a soda cáustica.

São citados em uma tabela, substâncias ácidas comumente utilizadas em alguns materiais, como os ácidos: clorídrico, sulfúrico, fluorídrico, fosfórico, nítrico, carbônico e acético. Como substâncias básicas, citam os hidróxidos de sódio, cálcio, magnésio, amônio e alumínio.

Os autores do Livro 2 iniciam a discussão a respeito de ácidos e bases com um texto “Ácidos e Bases e o comportamento químico da água”. Nesse texto, discutem que na linguagem cotidiana se diz que a laranja é muito ácida porque existem componentes nessa fruta que a qualificam como mais ou como menos ácida, porém em Química a definição de ácidos e bases é diferente. Segundo os autores, essas características são dadas em função das possíveis interações com outras substâncias.

Na parte do texto em que se discutem a respeito das características dos ácidos e bases de Arrhenius, são dados vários exemplos. Dois dos materiais ácidos citados foram alguns que, segundo os autores, são utilizados diariamente na cozinha: vinagre e suco de frutas cítricas. Para bases, os exemplos foram de frutas com características básicas: caquis, bananas e caju. Alguns produtos de limpeza foram mencionados, tais como amaciantes e detergentes.

Os autores do Livro 3 se preocuparam bastante em discutir aspectos da ionização e da dissociação iônica e a respeito de soluções capazes de conduzir corrente elétrica, dessa forma não foram verificados muitos exemplos de materiais ácidos e básicos que fazem parte do cotidiano de estudantes. Um pequeno texto a respeito da vitamina C presente em frutas cítricas foi apresentado no início do capítulo.

As substâncias ácidas apresentadas foram os ácidos: sulfúrico, nítrico, clorídrico e fosfórico. As substâncias com caráter básico foram: hidróxido de sódio, hidróxido de cálcio, hidróxido de magnésio e amônia.

O Livro 4 também trouxe um foco maior nas equações de ionização de ácidos e dissociação de bases. Assim como no Livro 3, foram apresentadas várias substâncias de caráter ácido, como os ácidos: sulfúrico, carbônico, clorídrico e bórico. Para as bases foram citados caquis verdes, caju e bananas verdes como materiais com características alcalinas. As substâncias básicas foram vários hidróxidos. A Figura 3 mostra um recorte da parte da discussão para os exemplos de materiais básicos apresentados no Livro 4.



**Figura 3.** Recorte de alguns dos exemplos citados no Livro 4 (pág. 292)

A Tabela 4 mostrada abaixo apresenta todos os materiais ácido e básicos citados nos livros analisados.

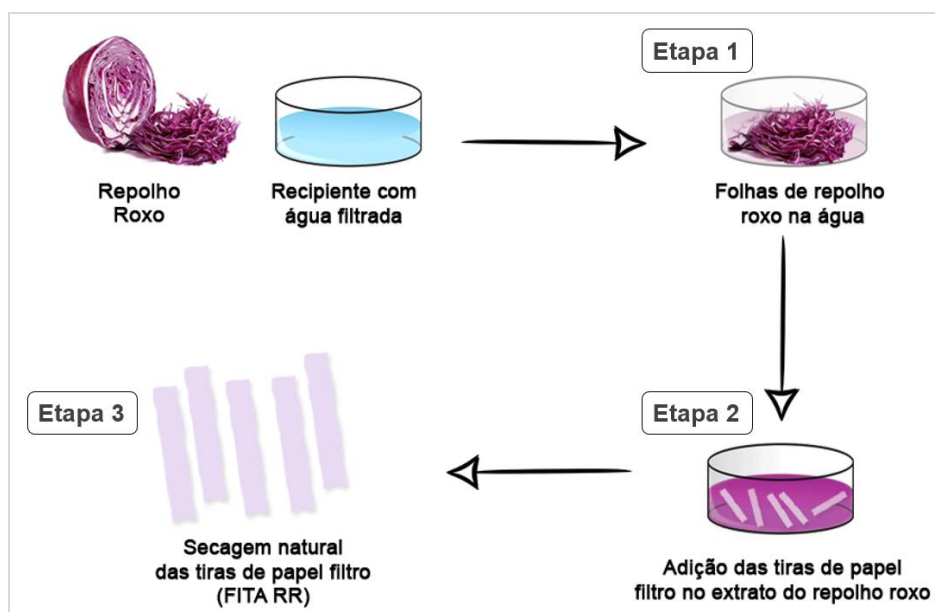
**Tabela 4.** Resumo dos materiais ácidos e básicos citados nos quatro livros didáticos analisados

| Livro | Materiais ácidos   | Materiais básicos   |
|-------|--|---|
| 1     | Laranja, vinagre e ácido muriático                       | Banana verde, soda cáustica   |
| 2     | Laranja, vinagre e suco de frutas cítricas               | Caqui, banana, caju, amaciantes, detergentes                                  |
| 3     | Frutas cítricas e ácido muriático                        | Soda cáustica   |
| 4     | Limão, leite, refrigerante à base de cola, tomate e café | Desinfetante, tintura para cabelo, sabão em barra, ovos, caqui, banana e caju |

## 5.2 PREPARO DA FITA DE EXTRATO DE REPOLHO ROXO

Tendo em vista a abordagem apresentada pelos autores dos livros do PNLD, decidimos nesse trabalho medir experimentalmente o caráter de alguns materiais apontados nos livros. Para isso, preparamos várias fitas indicadores de extrato de repolho roxo, que aqui chamaremos de “fita RR”. O procedimento de preparo das fitas é bastante simples. Os materiais necessários são: repolho roxo, papel filtro comum e água filtrada.

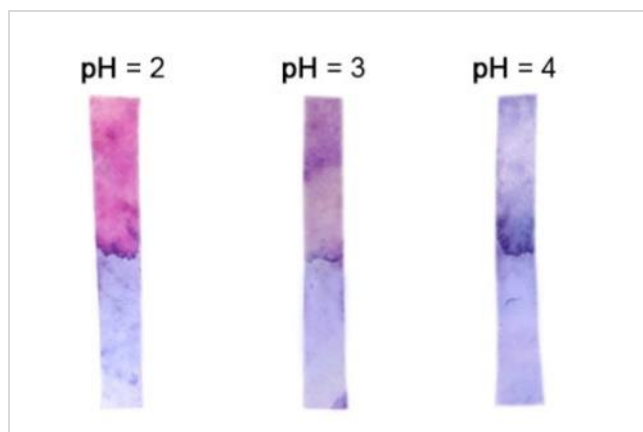
A Figura 4 apresenta um esquema para a preparação das fitas RR. O preparo consiste em adicionar algumas folhas do repolho em um recipiente com água filtrada (Etapa 1), prensá-las até a água obter uma coloração roxa forte. Separando as folhas da água, basta cortar tiras do papel filtro e deixá-las algum tempo mergulhadas no líquido (Etapa 2), retirá-las do recipiente e deixar secar naturalmente (Etapa 3). Após as fitas secarem já estão prontas para serem utilizadas.



**Figura 4.** Representação esquemática de preparo das fitas RR

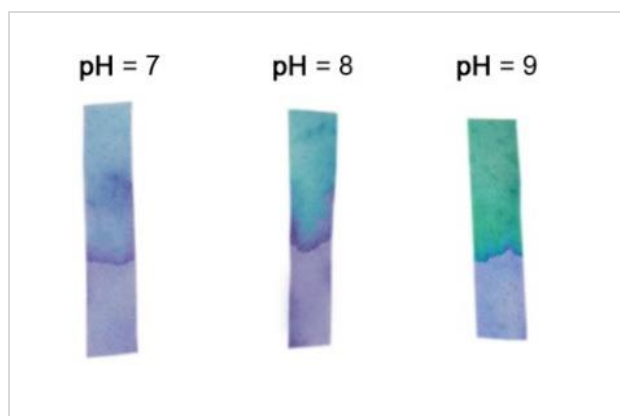
Foram testados os valores de pH das soluções preparadas para serem os padrões ácidos e básicos utilizando um papel indicador universal da marca MACHEREY-NNAGEL, a fim de obter uma maior exatidão nos resultados. Os mesmos testes foram feitos com as fitas RR. As imagens a seguir mostram a parte superior, que corresponde a cor adquirida ao entrar em contato com a solução e a parte inferior, que é a cor original da fita RR.

O procedimento do preparo do padrão ácido pH 2 foi realizado mergulhando parte fita RR em vinagre comercial da marca Castelo, que a acidez é descrita no rótulo como sendo 4%. Os padrões de pH 3 e 4 foram, respectivamente, preparados mergulhando parte da fita em uma solução 1/10 e em uma solução 1/100 de vinagre. A Figura 5 apresenta as diferentes cores para os diferentes valores de pH para os padrões ácidos.



**Figura 5.** Padrões ácidos de pH 2, 3 e 4 feitos em soluções diluídas de vinagre comercial

Para os padrões básicos, preparou-se uma solução de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ )  $1 \text{ mol.L}^{-1}$  e com o papel indicador universal o pH verificado foi igual a 9. Um determinado volume dessa solução foi diluída nas proporções 1/10 e 1/100 com água destilada para que fossem feitos, respectivamente, os padrões de pH 8 e 7. A Figura 6 mostra as diferentes cores adquiridas na fita RR para os diferentes valores de pH para os padrões básicos.

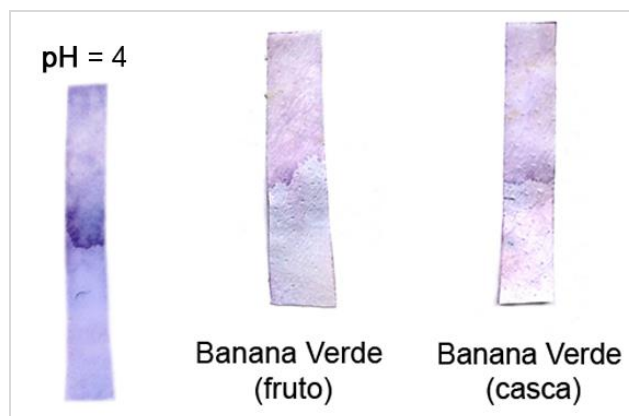


**Figura 6.** Padrões básicos de pH 7, 8 e 9 feitos em soluções diluídas de bicarbonato de sódio

### 5.3 DETERMINAÇÃO DO CARÁTER DOS MATERIAIS CITADOS NOS LIVROS

Os primeiros testes foram feitos com banana verde, pois todos os livros analisados, exceto o Livro 3, citavam esse fruto como exemplo de material básico. Com o papel indicador universal, o resultado obtido após adicionar algumas gotas de água filtrada a amostras do fruto e da parte interna da casca da banana verde foi um pH igual a 6. A Figura 7 mostra o resultado do teste utilizando a fita RR.





**Figura 7.** Padrão pH 4 (esq.), medida do caráter fruto (cen.) e da casca da banana verde (dir.)

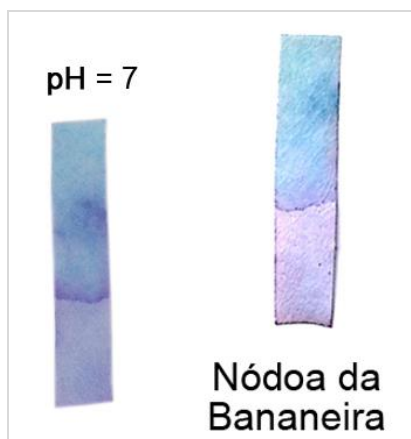
Após os testes verificou-se que a banana possui caráter ácido e não básico, como os livros atestam. Com isso, surgiu a necessidade de verificar a composição desse material e identificar as substâncias que podem dar o caráter ácido a banana verde.

Segundo Adão e Glória (2005), a banana verde contém grande quantidade de amido, cerca de 15,6%. Com o amadurecimento da fruta essa quantidade vai diminuindo até chegar próximo a 2%. Outra substância que tem sua concentração reduzida com o passar do tempo é o ácido ascórbico (vitamina C). De acordo com Borges (2003), na banana verde a concentração de vitamina C é de 0,017% e na madura de 0,012%.

Além do amido e do ácido ascórbico, o caráter observado também se deve ao fato da quantidade de taninos presentes no fruto e na casca da banana verde. De acordo com Pansera et al. (2003), os taninos são substâncias polifenólicas e podem ser encontrados em plantas, alimentos e bebidas. A banana é uma fruta que apresenta uma quantidade considerável de taninos em relação às outras. Segundo Almeida (2011), a porcentagem de ácido tânico na banana verde é de 0,25%, enquanto na banana madura é de 0,11%.

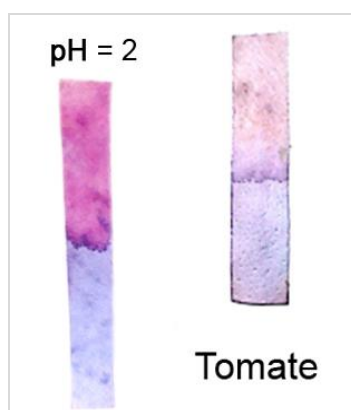
É muito comum ouvir dizer que a adstringência de algumas frutas remete a características básicas. Acontece que o gosto adstringente é proporcionado por uma propriedade dos taninos. Esses compostos proporcionam a precipitação de proteínas que, em contato com a saliva forma um complexo insolúvel dando a sensação de adstringência (ALMEIDA, 2011).

A Figura 8 apresenta o resultado para o caráter da nódoa de uma bananeira, que também não apresenta caráter básico.



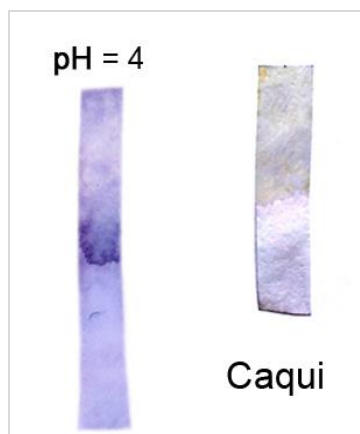
**Figura 8.** Padrão pH 7 (esq.) e medida caráter da nódoa da bananeira (dir.)

A Figura 9 mostra o resultado para a medida do caráter de um tomate maduro. Somente o Livro 4 citou o tomate como exemplo de material ácido e, através do experimento verificou-se que o tomate realmente é ácido. Com o papel universal o pH medido foi igual a 4, porém a cor da fita indicadora de extrato de repolho roxo se pareceu bastante com o padrão de pH 2. A cor original do tomate pode ter influenciado nesse sentido, mas nada que atrapalhe na determinação do caráter desse material.



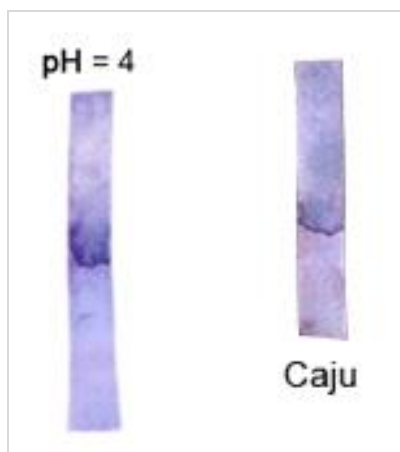
**Figura 9.** Padrão pH 2 (esq.) e medida caráter do tomate (dir.)

Apesar de possuir um aspecto bastante parecido com o tomate, o caqui foi citado no Livro 4 como um material básico. Para essa fruta, foi necessário adicionar algumas gotas de água antes de realizar o teste com a fita RR. O resultado desse teste mostrou que o caqui, na verdade é um material ácido, pois a coloração foi bastante próxima a coloração do padrão de pH=4, como mostra a Figura 10.



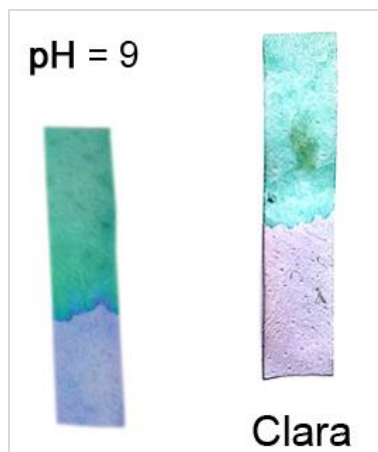
**Figura 10.** Padrão pH 4 (esq.) e medida caráter do caqui (dir.)

Os livros 2 e 4 apresentam o caju como exemplo de material básico, porém nos testes realizados com o papel indicador universal e com a fita RR mostraram um resultado diferente, como mostra a Figura 11. Segundo Rocha et al. (2011), diferentes espécies de cajus possuem em sua polpa cerca de 0,2% de taninos condensados. Essa fruta possui uma quantidade bem maior de vitamina C do que a laranja, por exemplo. Além do ácido ascórbico, ainda possui os ácidos tartárico, málico e cítrico que, de acordo com Scherer (2008), na polpa do caju estão, respectivamente, nas concentrações de, aproximadamente, 18, 105 e 7mg/100g, respectivamente.



**Figura 11.** Padrão pH 4 (esq.) e medida caráter do caju (dir.)

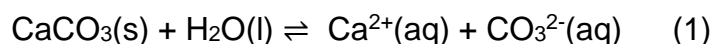
O ovo foi um dos exemplos de materiais básicos citados pelo livro 4, porém não foi especificado se esse resultado foi para a clara ou pra gema. Com isso, decidiu-se realizar a medida individual de cada parte. A Figura 12 mostra o resultado para a determinação do caráter da clara do ovo.



**Figura 12.** Padrão pH 9 (esq.) e medida caráter da clara de ovo (dir.)

O resultado obtido para o pH da clara do ovo foi igual a 9, ou seja, esse é um material básico. Sabendo que a clara é formada principalmente por proteínas e água, qual o motivo desse material possuir caráter básico?

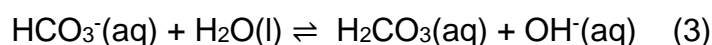
Segundo Scatolini (2010), a qualidade dos ovos está ligada com a perda de água e de dióxido de carbono durante a estocagem. A perda de dióxido de carbono está relacionada diretamente com o sabor do ovo, pois com isso ocorre o aumento da alcalinidade devido as reações químicas que ocorrem em seu interior. A Equação 1 mostra como ocorre a solubilização da casca do ovo, constituída principalmente de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ):



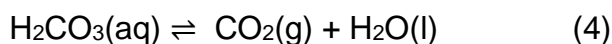
A Equação 2 apresenta a hidrólise do íon carbonato ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), formando o íon bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ) e aumentando o pH do meio pela formação dos íons hidroxila ( $\text{OH}^-$ ).



O íon bicarbonato, por sua vez, reage com a água formando ácido carbônico ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), como mostra a Equação 3:



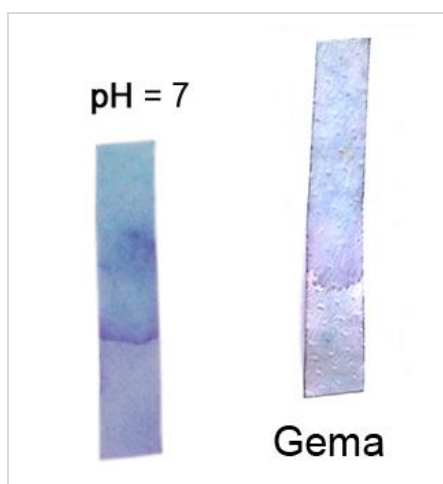
Como o ácido carbônico é instável em solução, se decompõe em gás carbônico e água, como está sendo mostrado na Equação 4:



Por fim, a Equação 5 apresenta a equação para a reação global, na qual o carbonato de cálcio, principal constituinte da casca do ovo, reage com a água presente na clara formando hidróxido de cálcio e gás carbônico.



O resultado do valor do pH para a gema foi bem diferente. Esse material possui caráter neutro, ou seja, pH = 7. A Figura 13 apresenta o resultado para esse teste. Para que a cor amarelada da gema do ovo não atrapalhasse, uma pequena quantidade desse material foi diluído em algumas gotas de água filtrada.



**Figura 13.** Padrão pH 7 (esq.) e medida caráter da gema de ovo (dir.)

Como a gema não fica em contato com a casca do ovo, não ocorrem as reações que aumentam o pH descritas anteriormente, logo o resultado para o caráter desse material foi considerado razoável.

Um resumo de todos os experimentos realizados a fim de testar o caráter das frutas apontadas nos livros didáticos estão apresentados na Tabela 5. Foram feitas duas colunas para os resultados. A primeira mostra o pH obtido com o uso do papel indicador universal da marca MACHEREY-NNAGEL e a segunda o resultado para o caráter ácido ou básico utilizando a fita RR.

**Tabela 5.** Resultados da medida do pH e do carácter ácido ou básico dos materiais testados

| <b>Materiais</b>     | <b>pH</b>                        | <b>Carácter</b> |
|----------------------|----------------------------------|-----------------|
|                      | <b>Papel indicador universal</b> | <b>Fita RR</b>  |
| Banana verde (casca) | 6                                | Ácido           |
| Banana verde (fruto) | 6                                | Ácido           |
| Nódoa de bananeira   | 6                                | Ácido           |
| Caqui                | 5                                | Ácido           |
| Caju                 | 4                                | Ácido           |
| Tomate               | 4                                | Ácido           |
| Ovo (clara)          | 9                                | Básico          |
| Ovo (gema)           | 7                                | Neutro          |

Com isso, verificou-se que muitos dos materiais citados nos livros como materiais básicos, na verdade se tratavam de materias ácidos. Estes foram: banana verde, caqui, caju e a gema de ovo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem tradicional nas aulas de Ciências faz parte dos problemas relacionados a crise do Ensino de Ciências. Dessa forma, são descritos pelos pesquisadores da área alguns aspectos que possam minimizar esses problemas, como a utilização da experimentação como forma de articulação entre fenômeno e teoria e não como forma de comprovar uma teoria. Outro ponto importante se diz a respeito do local onde os experimentos são feitos. Não é necessário um local específico para realizar as atividades experimentais. A proposta investigativa desse trabalho foi feita para haver a articulação entre fenômeno e teoria e para ser desenvolvida na própria sala de aula.

Professores podem propor uma atividade investigativa aos alunos ao iniciar a discussão a respeito de ácidos e bases. Além de fazer com que eles preparem a própria fita indicadora de teste, fará também com que eles investiguem o caráter dos materiais citados no livro de química através de experimentos. Essa atividade pode ser vista como uma forma de investigação de informações citadas no livro utilizado que muitas vezes são vistas como verdades incontestáveis.

Adicionalmente, foi possível evidenciar algumas incorreções presentes em livros didáticos a respeito do caráter ácido/básico de alguns materiais do cotidiano.

## REFERÊNCIAS

ADÃO, R. C.; GLÓRIA, M. B. A. **Bioactive amines and carbohydrate changes during reeping of 'Prata' banana (*Musa acuminata* x *M. balbisiana*)**. Food Chemistry, v. 90, n. 4, p. 705-711, 2005.

ALMEIDA, J. A. R. **Desidratação osmótica de banana (*Musa* spp.): cinética de desidratação e avaliação de compostos bioativos**. Dissertação de Mestrado – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes - RJ, 2011.

BORGES, M. T. M. R. **Potencial Vitamínico da Banana Verde e Produtos Derivados**. Dissertação de Doutorado - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2003.

CHAGAS, A.P. **Teorias ácido-base do século XX**. Química Nova na Escola, n. 9, p. 28-30, 1999.

INEP. **Relatório Nacional PISA 2012 – Resultados Brasileiros**, 2014. Apresenta dados dos primeiros resultados do PISA 2012 no Brasil. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/resultados/2014/relatorio\\_nacional\\_pisa\\_2012\\_resultados\\_brasileiros.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2014/relatorio_nacional_pisa_2012_resultados_brasileiros.pdf)>. Acesso em: 01 de julho de 2017.

INEP. **Médias dos países e nota em cada área**, 2015. Apresenta os resultados para os países participantes do PISA desde o ano 2000. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/acoes\\_internacionais/pisa/resultados/2015/resultados\\_pisa\\_2000\\_2012.pdf](http://download.inep.gov.br/acoes_internacionais/pisa/resultados/2015/resultados_pisa_2000_2012.pdf)>. Acesso em: 01 de julho de 2017.

PANSERA, M. R.; SANTOS, A. C. A.; PAESE, K.; WASUM, R.; ROSSATO, M.; ROTA, L. D.; PAULLETI, G. F.; SERAFINI, L. A. **Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul**. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.13, n.1, p.17-22, 2003.

PEREIRA, C. L. N. **A História da Ciência e a Experimentação no Ensino de Química Orgânica**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2008.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINICOSTA, T. S. **Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado**. Revista Brasileira de Fruticultura, v.33, n.4, p. 1215-1221, 2011.



SCATOLINI, A. M. **Características físicas e químicas, sensoriais e microbiológicas de ovos armazenados em diferentes condições de embalagens sob temperatura ambiente.** 2010, Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Câmpus de Jaboticabal, Jaboticabal – SP. 2010.

SCHERER, R.; RYBKA, A. C. P.; GODOY, H. T. **Determinação simultânea dos ácidos orgânicos tartárico, málico, ascórbico e cítrico em polpas de acerola, açaí e caju e avaliação da estabilidade em sucos de caju.** Química Nova, v. 31, n. 5, p. 1137-1140, 2008.

SILVA, R. R.; MACHADO, L. P. F.; TUNES, E. **Experimental sem medo de errar.** In: SANTOS, W.L.; MALDANER, O. A. (Org.). Ensino de Química em foco. Ijuí (RS): Unijuí, 2013. p. 231-261.